

Directrices para mejorar la usabilidad de los frameworks web

Marcela A. Constanzo y Sandra I. Casas,

GISP - Instituto de Tecnología Aplicada
Universidad Nacional de la Patagonia Austral
Río Gallegos, Argentina, mconst1978@hotmail.com

Resumen. Los frameworks web son herramientas para construir rápidamente aplicaciones web a través de diferentes mecanismos (componentes, clases, plantillas, descriptores, archivos de configuración, etc.). La documentación proporcionada a los usuarios es un aspecto clave para la usabilidad del framework, ya que su objetivo es facilitar y ayudar en su uso y optimizar el proceso de desarrollo, reduciendo el tiempo, el esfuerzo y los costos. La identificación y clasificación de los problemas en el uso de estas herramientas, provenientes de los usuarios de frameworks, puede aportar información para la elaboración de directrices y guías que permitan mejorar la usabilidad del framework web en general y la documentación en particular. Debido a la escasez de propuestas de usabilidad (métodos y/o modelos de evaluación, directrices y/o guías) específicos para el framework web, este estudio propone identificar, caracterizar y analizar los problemas de usabilidad de los recursos y la documentación que actualmente están disponibles para los desarrolladores, y a partir de estos resultados, presentar un conjunto de directrices para facilitar el uso de los frameworks web.

Palabras Claves: Usabilidad, Framework web, Documentación, Directrices

1 Introducción

Un framework web, es un conjunto de componentes con un diseño reutilizable que facilita y agiliza el desarrollo de aplicaciones Web. Se basan principalmente en el Modelo Vista Controlador (MVC), ofreciendo mecanismos para mejorar la integración con otras herramientas para la implementación de las capas de negocio y presentación [1].

Los frameworks son particularmente difíciles de aprender y comprender por los usuarios principiantes, especialmente si no son acompañados con la documentación apropiada [2] [3]. La documentación de buena calidad es un factor de éxito fundamental para la reutilización del framework ya que ayuda a la comprensión, guía a los desarrolladores en el proceso de personalización, explica sus principios de diseño y detalles y evita errores [2] [4].

La complejidad resulta de los diferentes públicos que lo utilizan, desarrolladores de aplicaciones, desarrolladores de frameworks, encargados de proyectos, de los diferentes estilos de documentos y diferentes notaciones. La identificación y clasificación de

los problemas en el uso de estas herramientas, provenientes de los usuarios de frameworks, puede aportar información para la propuesta de métodos de evaluación de usabilidad.

La usabilidad es una propiedad inherente a la calidad del software debido a que expresa la relación entre el software y su dominio de aplicación [3] [5]. La usabilidad es una de las características principales que utiliza el Modelo de Calidad de ISO/IEC 25010 y puede ser valorada en término de 4 subcaracterísticas, Comprensibilidad, Aprendizabilidad, Operabilidad y Atractividad [6] [7]. La usabilidad aplicada a los frameworks web se refiere a la capacidad de un framework de ser entendido, aprendido, usado y protegido de errores por el usuario, es de interés tanto para desarrolladores de aplicaciones web como para los desarrolladores de frameworks web.

La evaluación de la usabilidad ha aportado diversos métodos, modelos y lineamientos/directrices, principalmente enfocados a aplicaciones web, escritorio y móviles. Sin embargo en el contexto de herramientas de desarrollo de software, particularmente para el caso de frameworks web, no se encuentran claramente sistematizaciones de métodos, modelos, lineamientos y guías de usabilidad.

El presente trabajo expone resultados de estudios realizados a los recursos disponibles en los sitios oficiales de un grupo de frameworks web, que permitieron identificar los aspectos que presentan mayor dificultad en su uso y que características debe cumplir la documentación que acompaña a los mismos con el objeto de presentar un conjunto de directrices para mejorar la usabilidad de los frameworks web. Algunos de estos estudios ya han sido documentados en [8] y [9] y en los mismos ya se han presentado otros aportes.

Este estudio continúa de la siguiente manera, en la Sección 2 se resumen los trabajos relacionados, en la Sección 3 se describe la metodología utilizada, en la Sección 4 los resultados obtenidos, en la Sección 5 se presentan las directrices y en la Sección 6 se detallan las conclusiones y futuros trabajos.

2 Trabajos Relacionados

La relevancia de la usabilidad, ha dado lugar a numerosos estudios, métodos y modelos para evaluarla, con especial énfasis en aplicaciones de usuario final (web-escritorio, móvil, etc.). Se encuentran trabajos en usabilidad de aplicaciones [10], [11], [12] y [13] que proponen métodos y técnicas para la evaluación y/o mejora de la usabilidad, pero éstos no son apropiados o adecuados para frameworks, por no considerar variables propias de los mismos.

El desarrollo de software depende en gran medida del uso de bibliotecas o librerías, APIs, frameworks y componentes reutilizables, entre otras herramientas. Los problemas de usabilidad de estas herramientas a menudo aumentan el costo de desarrollo y reducen la calidad del código. Se encuentran algunas propuestas para APIs [14], [15], [16], en las cuales se presentan estudios que identifican problemas que reflejan errores de usuarios y factores de usabilidad. Estos trabajos estudian la usabilidad de las APIs, a partir de criterios como documentación, dependencia, adaptabilidad, capacidad de aprendizaje y complejidad, y aplican técnicas de encuestas, segui-

miento a errores y bugs, e identifican diversos problemas que dificultan el uso de las APIS (ubicación, documentación, conflictos, semántica, parámetros etc.).

El trabajo de [5] estudia la usabilidad de Componentes COTS, utiliza diversos factores de análisis, entre los que se encuentran comprensibilidad, operabilidad, aprendibilidad y sobre criterios aplicados a los manuales (efectividad, contenido, calidad, etc.) y varios criterios aplicados a la complejidad.

3 Metodología

Con el objeto de identificar qué tipo de documentación es la más utilizada y cuáles son las características más relevantes que permiten a los usuarios facilitar el uso de frameworks web, se realizó un estudio exploratorio y descriptivo sobre el contenido de los distintos tipos de soporte y recursos disponibles y publicados en los sitios oficiales de los frameworks web populares entre los desarrolladores. Se buscó analizar todo tipo de soporte y recurso que se provea y sirva para el uso del framework, independientemente de su formato (documento textual/ visual/ etc.).

El desarrollo del trabajo constó de tres estudios. Se aplicaron técnicas de investigación y fuentes de información diversas para llevar a cabo la identificación y caracterización de problemas de usabilidad de framework mediante la recolección de datos. Primero, se realizó un estudio exploratorio y descriptivo mediante la observación de diversos framework que disponen de sitios web oficiales, ya presentado en [8], en particular se relevó y analizó todos los recursos y soportes de documentación que ofrecen a los desarrolladores.

Luego se analizaron manualmente las entradas a los foros existentes de estos framework con el objeto de obtener información sobre las problemáticas planteadas y/o consultadas por los desarrolladores, descripto en [9]. Finalmente se realizó una encuesta a desarrolladores del sector de desarrollo de software en Argentina para confirmar los resultados obtenidos en los estudios precedentes y para completar y ampliar la información de la problemáticas identificadas.

Los resultados de estos tres estudios permitieron redactar un conjunto de directrices para mejorar la documentación y facilitar el uso de los frameworks web en relación a su aprendizaje, como también obtener mejoras en el sitio oficial.

4 Resultados obtenidos de los estudios realizados

Este trabajo se centra en la usabilidad y se basa en la Norma ISO/IEC 25010/11, adaptándola particularmente a los frameworks web, así la Usabilidad de un framework web es la capacidad del framework para ser entendido, aprendido, usado, cuando se usa bajo determinadas condiciones.

Se valorará en base a las siguientes características: *comprensibilidad* (capacidad del framework que permite al usuario entender si es adecuado para sus necesidades, bajo condiciones de uso), *aprendibilidad* (se refiere a la facilidad de aprender la funcionalidad básica, para que el usuario realice la tarea), *operabilidad* (capacidad del framework para permitir al desarrollador operar con él y controlarlo) y *protección*

contra errores de usuario (capacidad del framework para proteger a los usuarios de cometer / incurrir errores).

4.1 Identificación y análisis de los recursos y soportes de documentación

Tal lo desarrollado en [9], el relevamiento consistió en un examen exhaustivo de los sitios oficiales de los frameworks web identificando y analizando todos y cada uno de los recursos y soportes disponibles. Se consideró como recurso, aquellos materiales en soporte de tipo documental y audiovisual, como así también todo servicio que preste el sitio para asistir a los desarrolladores en el uso del framework. Se identificaron los componentes prioritarios de cada uno de los recursos y las características comunes a todos los frameworks. También a partir del análisis de sus contenidos y propósitos se estableció el factor de la usabilidad que cubren.

Las Tabla 1 y Tabla 2, aportan fundamentalmente dos datos: a) la cantidad de recursos de documentación por framework y b) la cantidad de frameworks que usan los distintos Recursos.

Tabla 1. Cantidad de Recursos disponibles por Framework web.

FRAMEWORK	F1	F2	F3	F4	F5	F6	F7	F8	F9	F10	F11	F12	F13	F14	F15	F16	F17
RECURSOS	6	10	6	8	9	7	9	9	6	7	6	7	8	7	6	6	4
F1	Laravel			F4	Ruby on Rails		F7	Symfony		F10	Zend		F13	React		F16	Vue
F2	Yii			F5	AngularJS		F8	Ember.js		F11	Backbone.js		F14	Aurelia.js		F17	Mercury
F3	CodeIgniter			F6	Meteor		F9	CakePHP		F12	Knockout.js		F15	Polymer			

Tabla 2. Cantidad de Framework web por Recursos.

RECURSOS	F	B	C	L	O	G	M	I	T	U	E	V	A	H
FRAMEWORK	7	12	3	5	5	14	1	6	9	1	15	10	17	16
F	Foro				O	Comunidad	G	GetStarted	U	Guías	A	API		
B	Blog				M	Manuales	I	Libros	E	Ejemplos	H	GitHub		
L	Lista de Mails				C	Chat	T	Tutoriales	V	Videos				

Estos recursos se pueden relacionar con la usabilidad del framework, ejemplos, tutoriales, get started, videos, con la aprendibilidad, debido a que esta característica se refiere a la facilidad de aprender la funcionalidad básica, para que el usuario realice la tarea correctamente y estos soportes, correctamente documentados, permiten eso.

Los foros, blogs, github, chats, comunidades, presentan relación directa con la operabilidad, esta capacidad de usabilidad que permite al usuario operarlo y controlarlo con facilidad, este recurso ayuda, mediante la interacción de los usuarios, a operar los diferentes componentes que lo integran y evitar o resolver los errores que puedan presentarse; también se asocia con la aprendibilidad ya que permiten aprender las funcionalidades que ofrece el framework.

Las APIs, tutoriales y github son los recursos que permiten comprender si el framework se adapta a las necesidades que el usuario necesita, en el caso de las APIs por ser código que forma parte del mismo, y tutoriales y github por tener información que explica el contenido y la estructura del frameworks y permite conocer de una manera correcta los elementos que lo componen. Los foros, blogs, get started, manuales, libros, tutoriales, guías, ejemplos, videos, APIs y github se pueden asociar con la

protección contra errores porque son recursos que permiten cierta protección a los usuarios sobre los errores que puedan presentarse al usar el framework.

4.2 Análisis de Foros

En este análisis el enfoque es particular sobre los foros, un foro es una aplicación web, generalmente organizada en categorías, que da soporte a discusiones u opiniones en línea. Son contenedores en los que se abren temas de discusión y en los cuales los usuarios cumplen el rol más importante, por la interacción y el dinamismo, ya que participan con consultas, preguntas y también responden con sus opiniones. Esta interacción de los usuarios permite obtener un resumen de los temas consultados por los usuarios del framework web, categorizarlos y organizarlos de acuerdo a su importancia en relación a la usabilidad [9].

Se trabajó sobre un subconjunto de los frameworks seleccionados anteriormente, en razón que solo 6 de estos disponen de foros en sus sitios (Knockout.js, Yii, Codelgniter, Meteor, React y Laravel).

El proceso de análisis se realizó en varios pasos, considerando que estos foros presentan distintas estructuras, categorías, secciones y en algunos casos ninguna organización o estructura. Las categorías temáticas que se aplicaron son aquellas relacionadas con las actividades o tareas que requiere el uso del framework y los componentes del mismo, y se considera que tienen influencia en la usabilidad de la herramienta. Estas categorías son, APIs, Instalación, Configuración, Plantillas, Testing, Código y Versiones. Luego, sobre estas temáticas se clasificó el tipo de asistencia requerida por el usuario, en consulta (cómo hacer una tarea o usar un componente) o error (reporte de error, cómo se resuelve y/o cual es la causa del mismo). El total de entradas analizadas fue de 20104, a las cuales el tipo de entrada se representa en la Figura 4. La proporción de consultas (42%) y errores (22%) corresponden a la categorías definidas. En cuanto al tipo otras (36%), las mismas refieren a consultas o a errores, pero que no se ha podido clasificar en una de las categorías definidas por ser muy específicas de los framework.

El estudio de los foros de 6 frameworks web, sobre un total de 20104 entradas, indica que el principal problema de los usuarios son los errores, principalmente los errores relacionados con el código, la conexión a las bases de datos y el uso de las APIs. Esto podría estar orientado a la escasa documentación existente en los sitios oficiales en relación a estos temas o a cómo realizar determinadas tareas tales como la instalación o configuración de los componentes y sobre todo la implementación de APIs.

La revisión realizada sobre los recursos existentes tales como tutoriales, ejemplos, get started, videos, documentación de APIs, no cuenta con información sobre los errores que puedan surgir con el uso del framework, por eso se indica que la documentación es escasa, insuficiente, incompleta y se complementa con el análisis sobre los foros.

4.3 Aportes de los usuarios de frameworks web

Con el objeto de contrastar y validar los resultados obtenidos en los estudios anteriores y también obtener más información referente a los problemas de la usabilidad de

frameworks web, se realizó una encuesta a desarrolladores web. Los cuestionamientos sobre los que se pretenden indagar son, los recursos y soporte disponible en los sitios oficiales de los frameworks web más utilizados, el rol que cumple la documentación, los motivos por los cuales es complejo usar los frameworks web, los errores más habituales al utilizar los frameworks web, las características o componentes que pueden incidir en el grado de usabilidad de frameworks web y de qué manera se puede reducir la complejidad en el uso de un framework web.

La encuesta consistió en 12 preguntas, de las cuales 9 fueron respuestas cerradas y concretas basadas en los resultados obtenidos del trabajo desarrollado y las otras 3 con respuestas abiertas orientadas a recolectar opiniones y experiencias personales relacionadas con la usabilidad de los frameworks web. La encuesta estuvo disponible durante 30 días, desde 15/03/2017 hasta el 15/04/2017. Los encuestados corresponden a desarrolladores de empresas y organizaciones adheridas a la Cámara de la Industria Argentina de Software (CESSI)

En relación a los encuestados, de un total de 51, el 68% residen en la Ciudad Autónoma de Buenos Aires (CABA), y el 32 % restante corresponden a las provincias de Santa Cruz, Salta, Córdoba, Misiones, Santa Fé. El 60% desarrolla la actividad en el sector privado, el 29% en el sector público y el 11% en el sector académico. En relación a los años de experiencia en el desarrollo de aplicaciones con frameworks web de los encuestados, el 62,7% cuenta con más de 5 años de experiencia en la utilización de frameworks para este tipo de desarrollo, el 27, 5% con 2 a 5 años de experiencia y solo el 9,8% son novatos en el tema.

En relación a las preguntas abiertas, los encuestados opinaron sobre problemas más comunes. Con frecuencia aparece la documentación incompleta para el caso del código y uso de las APIs, los ejemplos y la falta de información de los errores.

En cuanto a las propuestas de mejora en relación a la documentación de los frameworks, las opiniones de los encuestados va en la misma línea, indicando la necesidad de documentación de mejor calidad, más completa, clara y estructurada, incorporar y mejorar ejemplos, incorporar videos y comunidades organizadas y con estructura.

En varias preguntas abiertas, tanto en las consignas que requieren identificar problemáticas centrales y/o propuestas, siempre en relación a la usabilidad de framework, aparece la complejidad inherentes al diseño interno de framework y/o de sus componentes.

5 Directrices para mejorar la usabilidad de los frameworks web

A partir de los estudios desarrollados se identificaron diversos problemas que afectan la usabilidad de los frameworks web, asociados a la aprendibilidad, comprensibilidad, operabilidad y protección contra errores. Entre los problemas más comunes se encuentra la falta de documentación o documentación incompleta o desactualizada, como así también inadecuada para solucionar los errores planteados por los usuarios al utilizar los framework. De igual forma, se identificaron recursos y características de los mismos que resultan valiosos para el uso de estas herramientas.

Se propone un conjunto de directrices orientadas a los desarrolladores de frameworks, como también a los diseñadores de los sitios web oficiales, con el objeto de

mejorar la documentación y así facilitar el uso de los frameworks web en relación a su aprendizaje, como también obtener mejoras en el sitio oficial.

Se presentan las directrices clasificadas según los siguientes objetivos: A-Mejorar los sitios oficiales de los frameworks; B-Mejorar la interacción entre usuarios; C-Mejorar la documentación para reducir los errores. La Tabla 3 describe las directrices planteadas, indicando el propósito, la justificación y clasificación según su propósito.

Tabla 3. Directrices propuestas

C	Directriz	Propósito	Justificación
A	Adecuar los recursos de documentación.	Proveer información de relevancia para mejorar la aprendibilidad del framework y reducir el nivel de errores	El estudio de los 17 frameworks web arrojó que existen diversos recursos que permiten documentar el framework, entre los más utilizados se encuentran los Get started, Tutoriales, Ejemplos, Videos y principalmente la documentación que acompaña a las APIs.
A	Proveer recursos de documentación en formatos variados	Facilitar la aprendibilidad, operabilidad y reducir el nro. de errores que puedan ocurrir.	Como resultado de los estudios anteriores se puede determinar que la diversidad de recursos, en cuanto a su tipo y presentación, facilita al usuario del mismo su utilización y reduce el nro. de errores.
A, C	Incluir ejemplos.	Simplificar la utilización del framework, y reducir el nro. de errores que se puedan producir durante su uso.	Esto permite visualizar la funcionalidad del framework, mejorar su uso, reducir la complejidad y facilitar la instalación, configuración e implementación.
C	Documentar de forma correcta las APIs.	Facilitar el aprendizaje y la implementación de las APIs que provee el framework mejorando la aprendibilidad, operabilidad y favoreciendo la reducción del nro. de errores	Esto se evidencia al visualizar, en los estudios realizados, un alto porcentaje de consultas sobre funcionamiento o peticiones de solución de errores sobre estas herramientas que proporcionan el framework. Al proporcionar una información detallada de las APIs se podrá reducir el nro. de errores detectados.
A	Extender la interacción mediante el uso de plataformas colaborativas.	Mejorar la aprendibilidad, operabilidad y comprensibilidad del framework y reducir los errores mediante el uso de plataformas colaborativas.	La plataforma colaborativa GitHub fue el recurso más identificado, según el estudio realizado a los sitios web oficiales y descriptos.
A	Acceder en forma directa, a los recursos disponibles en el sitio web.	Ingresar en forma rápida y mediante un solo click a los recursos disponibles.	El acceso a los recursos de manera fácil y directa permite a los usuarios disponer de la información rápidamente, facilitando la resolución de problemas en el uso y evacuando todas aquellas consultas que puedan surgir.

B, C	Estructurar los foros.	Proveer foros con estructura organizada para facilitar el acceso a la información y reducir el nro. de errores que se presentan al utilizar el framework.	Los errores representan uno de los mayores problemas de usabilidad, el presentar una estructura organizada en los foros permitiría mejorar la interacción con los desarrolladores y así reducir el nro. de errores.
B	Interaccionar con usuarios expertos.	Permitir acceder a usuarios expertos en el uso del framework que puedan interactuar con otros usuarios menos experimentados para facilitar la aprendibilidad, comprensibilidad, operabilidad y reducir los errores.	El análisis realizado de los foros permitió observar que existe un número importante de entradas generadas por usuarios novatos, principalmente errores de uso. El contar con acceso a una subcomunidad de usuarios expertos permite agilizar la evacuación de consultas.
C	Proveer documentación específica de errores.	Incorporar documentación que permita identificar los errores, causas del error, que lo provocó, acción en la que se presenta, y formas de resolverlo.	La documentación sobre errores es un recurso no hallado en el estudio descripto, sin embargo se debe tener en cuenta, ya que surge la necesidad de esta documentación en el análisis de los foros y de las opiniones vertidas por los desarrolladores usuarios de frameworks web, es por ello que requiere de un tratamiento específico.
A, C	Detallar en Get started	Contar con el recurso get started permite a los usuarios tener un conocimiento preliminar sobre el framework y su uso.	Es un recurso muy utilizado, porque provee una mirada compacta de cómo usar el framework, es por ello que debe contar mínimamente entre sus ítems con instalación, configuración, conexión a la base de datos y algunas aplicaciones básicas, tal como surge del estudio de los recursos.
A, C	Incluir en Tutoriales.	Proveer información completa de todos los componentes que forman parte del framework.	Este recurso debe contener toda la información necesaria para que los usuarios conozcan en profundidad al framework, cubriendo todas las características y componentes que lo conforman. Del relevamiento realizado sobre la documentación de los frameworks web seleccionados, se obtuvieron los contenidos mínimos que deben formar parte de este recurso.
A, C	Mantener la documentación actualizada	Contar con documentación actualizada y acorde a las versiones del framework.	Gran parte de los errores detectados en las entradas a los foros, están asociados a la falta de actualización de la documentación a las diferentes versiones del framework.

6 Conclusiones

Este trabajo permitió identificar los recursos de documentación más utilizados y las características más relevantes de cada uno de ellos, asociando los atributos de usabilidad. Mediante el estudio de los foros, se identificaron los aspectos que presentan mayor dificultad y los errores más comunes consultados por los usuarios de los frameworks web, categorizados y organizados de acuerdo a su importancia. Se recolectó información directa de los usuarios que utilizan frameworks web.

Se propuso un conjunto de directrices para mejorar la usabilidad de los frameworks web, ofrecer documentación de calidad con contenido y presentación necesaria para optimizar los sitios oficiales, mejorar la interacción con y entre usuarios y reducir los errores que se puedan presentar con el uso.

A la vez, la aplicación de las directrices permite acrecentar la usabilidad dado que las mismas presentan una relación directa con las características de usabilidad asociadas a los frameworks web: aprendibilidad, operabilidad, comprensibilidad y protección contra errores.

En relación a los trabajos futuros los mismos se orientan a profundizar el estudio realizado a los foros, concentrándose en los errores, con el fin de proponer documentación específica para los mismos. Además realizar estudios sobre la estructura interna de los frameworks web que permitan ampliar la identificación de problemas de usabilidad.

Referencias

1. Gutiérrez, J. J.: ¿Qué es un framework web? Escuela Técnica de Ingeniería Informática – Departamento de Lenguajes y Sistemas Informáticos, sitio web: http://www.lsi.us.es/~javierj/investigacion_ficheros/Framework.pdf (2018)
2. Taligent, P.: Building Object-Oriented Framework, Addison-Wesley (1994)
3. Butler, G. Denommee, P., Documenting frameworks. Department of Computer Science Concordia University Montreal, Quebec. Canadá. (2006)
4. Fayad, M., Schmidt, D. Object-oriented application frameworks. Communications of the ACM -October 1997/Vol. 40, Nro. 10, PP 32-38. (1997)
5. Bertoa, M.F., Vallecillo, A.: Medidas de Usabilidad de Componentes Software, IEEE, Latin America Transactions, Vol. 4, Nro. 2 (2006)
6. International Standard ISO/IEC 25010 – First editions (2011)
7. Alfonso, P.L.: Revisión de modelos para evaluar la calidad de productos Web, Experimentación en portales bancarios del NEA, Universidad Nacional de la Plata – Facultad de Informática (2012)
8. Constanzo, M. A., Casas, S.: Usability Evaluation of Web Support Frameworks, XLII Conferencia Latinoamericana de Informática. Simposio Latinoamericano de Ingeniería de Software. ISBN: 978-1-5090-1632-7 (USB) (2016)
9. Constanzo, M. A., Casas, S.: Usabilidad de Framework Web: identificación de problemas y propuesta de evaluación, XV Workshop de Ingeniería de Software. Congreso Argentino de Ciencias de la Computación 2018, Tandil. (2018)
10. Microsoft [https://msdn.microsoft.com/enus/library/windows/desktop/ff728829\(v=vs.85\)](https://msdn.microsoft.com/enus/library/windows/desktop/ff728829(v=vs.85)). Acceso: Junio 2018. (2017)

11. Perurena Cancio, L. Moráquez Bergues, M., Usabilidad de los sitios Web, los métodos y las técnicas para la evaluación. (Revista Cubana de Información en Ciencias de la Salud) PP 176-194. (2013)
12. Hussain, A., Kutar, M., Usability Metric Framework for Mobile Phone Application. PGNet, ISBN: 978-1-902560-22-9. (2009)
13. Enriquez, J. G., Casas, S., Usabilidad en Aplicaciones Móviles. Informes Científicos - Técnicos UNPA- ISSN: 1852 – 4516. Vol. 5, Nro. 2, PP. 25-47. (2014)
14. Minhaz, F., Zibran Farjana, Z., Eishita Chanchal, K., Factors Affecting the Usability of APIs, Department of Computer Science, University of Saskatchewan, Saskatoon, SK, Canada S7N 5C9 (2011)
15. Hou, D., Li, L., Obstacles in Using Frameworks and APIs: An Exploratory Study of Programmers'Newsgroup Discussions. Department of Electrical and Computer Engineering Clarkson University Potsdam, NY USA. (2011)
16. Uddin, G., Robillard, How, M. P., API Documentation Fails. McGill University, IEEE Software, Vol. 32, Issue 4, DOI: 10.1109/MS.2014.80. (2015)